

Auf dem Weg zum virtuellen Gehirn

Die Funktionsweise unseres Gehirns gibt uns nach wie vor Rätsel auf. Gelingt es, das System Gehirn zu entschlüsseln, eröffnen sich neue Möglichkeiten: etwa im Kampf gegen Krankheiten wie Alzheimer oder Depression, aber auch für neue Computer- und Robotertechnologien.

Das „Human Brain Project“ hat sich das ehrgeizige Ziel gesetzt, das bestehende Wissen über das menschliche Gehirn zusammenzufassen und die Abläufe im Gehirn in einem Modell zu simulieren. Die EU unterstützt das rund eine Milliarde Euro schwere Vorhaben im Rahmen ihrer FET-Flagship-Initiative. Um das komplexe Hirnmodell zu realisieren, werden wir bedeutend schnellere und leistungsfähigere Supercomputer benötigen. Einen solchen Rechner wird das Jülich Supercomputing Centre (JSC) für das „Human Brain Project“ bis 2020 aufbauen. Das Modell, das auf diesem Supercomputer laufen soll, wird als virtuelles Gehirn Forschern aus der ganzen Welt als Arbeitsplattform dienen. Auch das Jülicher Institut für Neurowissenschaften und Medizin ist beteiligt. Es erstellt derzeit einen Gehirnatlas, der das Navigationssystem des „Human Brain Projects“ werden soll. Außerdem simulieren

Jülicher Forscher Hirnaktivitäten auf JUQUEEN, Jülichs neuestem und Europas schnellstem Supercomputer.

Das sind nicht unsere einzigen Aktivitäten in diesem Bereich: Anfang Januar startete das Simulation Laboratory Neuroscience am JSC, das im Rahmen des neuen Helmholtz-Portfoliothemas „Supercomputing and Modeling for the Human Brain“ sowie von der Jülich Aachen Research Alliance (JARA) gefördert wird. Dort werden unter anderem Anwendungen aus der Hirnforschung für den Einsatz auf aktuellen Hochleistungsrechnern optimiert. Als „Bernstein Facility Simulation and Database Technology“ stellt das Laboratory seine Expertise dem Nationalen Bernstein Netzwerk Computational Neuroscience zur Verfügung. Im „NVIDIA Application Lab“ arbeiten das JSC und der Hardwarehersteller NVIDIA mit Neurowissenschaftlern zusammen, um Simulationen mit Grafikprozessoren zu beschleunigen.

Prof. Achim Bachem
Vorstandsvorsitzender
des Forschungszentrums Jülich

IN DIESER AUSGABE

SEITE 2:

Die Königin unter Europas Superrechnern
Das Gehirn als Vorbild – Interview



SEITE 3:

Ein passendes Raster für Wolken und Niederschlag
Wenn Sterne eins werden



SEITE 4:

Kurznachrichten
Termine
Impressum

Die Königin unter Europas Superrechnern

JUQUEEN hat den europäischen Thron erobert. In der aktuellen Top500 der weltweit schnellsten Supercomputer liegt Jülichs neuer Rechner auf dem 5. Platz und ist damit Europas Nummer eins. Mitte Februar 2013 wurde JUQUEEN, mittlerweile vollständig auf 28 Racks ausgebaut, offiziell eingeweiht.

Der Spitzenrechner, in dem ein Blue Gene/Q-System des Herstellers IBM steckt, kommt in der kompletten Ausbaustufe auf eine maximale Rechenleistung von 5,9 Petaflops. Das sind rund 6 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde. Die Rechenpower kommt von 458.752 Prozessorkernen. Jeder einzelne ist für sich langsamer als die Kerne, die in heutigen PCs stecken. Doch die große Zahl in Verbindung mit einer perfekten Abstimmung von Rechenkernen, Verbindungsnetzwerk und Hauptspeicher machen JUQUEEN zu einem schnellen und effizienten Gesamtsystem. Das spiegelt sich auch im Stromverbrauch wider. Der neue Superrechner hat fünfmal mehr Rechen-

leistung als sein Vorgänger JUGENE, verbraucht aber dennoch weniger Strom. Mit rund zwei Gigaflops pro Watt belegt JUQUEEN den 5. Platz auf der aktuellen Green500, der Liste der energieeffizientesten Superrechner der Welt. Das liegt auch am Kühlsystem. 90 Prozent übernimmt eine direkte Wasserkühlung, bei der das Kühlwasser die Wärme – anders als beim Vorgänger JUGENE – direkt von den Rechenkernen abführt. 150.000 Liter demineralisiertes Wasser fließen pro Stunde durch den geschlossenen Wasserkreislauf.

Finanziert wurde JUQUEEN durch die Helmholtz-Gemeinschaft und – zu gleichen Teilen aus Bundes- und Landesmitteln – durch das Gauss Centre for Supercomputing (GCS). Gut 70 Prozent der Rechenzeit werden über das GCS und die europäische Forschungsinfrastruktur PRACE vergeben. Knapp 30 Prozent steht Nutzern des Forschungszentrums Jülich und der Jülich Aachen Research Alliance (JARA) zur Verfügung.

www.fz-juelich.de/portal/juqueen



Das Gehirn als Vorbild

Das „Human Brain Project“ ist nicht nur für die Neurowissenschaften eine riesige Herausforderung, sondern auch für das Supercomputing. Dr. Boris Orth vom Jülich Supercomputing Centre (JSC) erklärt Anforderungen und Chancen.

Herr Orth, welche Aufgabe hat das JSC in dem Projekt?

Das JSC koordiniert die Aktivitäten im High-Performance Computing. Wir wollen einen Supercomputer entwickeln, der alle Voraussetzungen erfüllt, damit wir in zehn Jahren das menschliche Gehirn so realitätsnah wie möglich simulieren können. Das wird aber ein Prozess mit mehreren Supercomputern sein, an dessen Ende ein Exascale-Rechner stehen wird. Den Anfang macht JUQUEEN.

Was gilt es zu berücksichtigen?

Heutzutage haben Forscher in der Regel keine Einflussmöglichkeit mehr, wenn eine Anwendung erst einmal auf dem Supercomputer gestartet wurde. Bei neurowissenschaftlichen Anwendungen soll das anders werden. Forscher sollen mittels Visualisierungen verfolgen, was etwa während einer Simulation passiert, und sogar eingreifen können. Hinzu kommt, dass bei dem virtuellen Gehirn gigantische Datenmengen anfallen.

Was ist der Unterschied zu heutigen Modellen?

Heutige neurowissenschaftliche Modelle und Simulationen behandeln eher Teilespektre. Das „Human Brain Project“ sammelt das gesamte verfügbare Wissen der Hirnforschung und entwickelt daraus in mehreren

Schnell und energieeffizient:
Jülichs neuester Supercomputer JUQUEEN.

Schritten das virtuelle Gehirn sowie den dafür benötigten Superrechner. Wissenschaftler aus der ganzen Welt sollen künftig mit dem Modell arbeiten können.

Welche Erkenntnisse erhoffen Sie sich?

Es geht darum, das menschliche Gehirn zu verstehen und neurologische Erkrankungen wie Alzheimer oder Autismus zu erforschen. Wir wollen aber auch vom Gehirn lernen. Mit seiner unglaublichen Energieeffizienz könnte es zum Beispiel Vorbild für neue Rechnerarchitekturen werden.

Ein passendes Raster für Wolken und Niederschlag

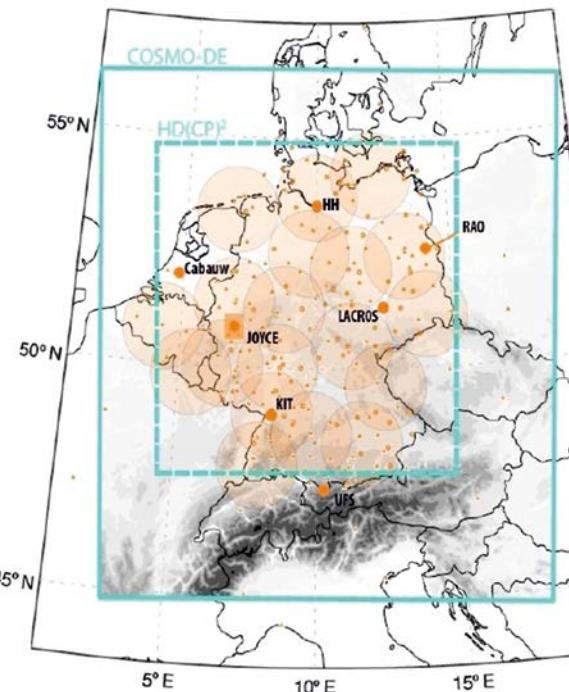
Computermodelle ermöglichen wichtige Erkenntnisse über die Klimaentwicklung. Doch Wolken und Niederschlag werden in Klimamodellen bislang nicht ausreichend berücksichtigt. Das will das Projekt „High Definition Clouds and Precipitation for Climate Prediction“ – HD(CP)² mit Hilfe des Jülicher Supercomputers JUQUEEN ändern.

Die 22 Projektpartner entwickeln – gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung – ein regionales Wettermodell mit einer ultrahohen räumlichen Auflösung. Ziel ist eine Auflösung mit Gitterabständen von nur 100 Meter horizontal und 10 bis 50 Meter vertikal. Bei bisherigen Klimamodellen ist die Auflösung so groß, dass etwa eine Wolke sozusagen durch das Raster fällt. Durch die unzureichende Berücksichtigung der Wolken- und Niederschlagsprozesse entstehen Unsicherheiten bei der Berechnung von Klimaszenarien. HD(CP)²

<http://hdcp2.zmaw.de>

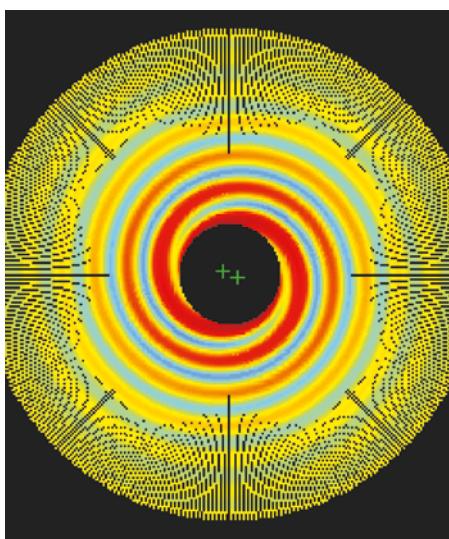
will mehr über diese Prozesse herausfinden und damit die Unsicherheiten von Klimavoraussagen signifikant reduzieren.

Das geplante Wettermodell baut auf dem vom Max-Planck-Institut für Meteorologie und dem Deutschen Wetterdienst entwickelten Modell ICON auf. Dieses numerische Modell setzt auf Gitter aus Ikosaedern. Das sind Gebilde aus zwanzig gleichseitigen Dreiecken. „Solche ikosaedrischen Gitter sind schon länger bekannt, dank moderner Supercomputer können sie auch für die Klimamodellierung genutzt werden“, erklärt Dr. Catrin Lehmann vom Jülich Supercomputing Centre (JSC). Das JSC hat die Aufgabe, das Modell an JUQUEEN anzupassen und zu optimieren sowie Simulationen durchzuführen. Um ihr Modell zu überprüfen, wollen die Partner regionale Modellsimulationen durchführen und mit entsprechend hochauflösten Beobachtungen von Wolken- und Niederschlagsprozessen vergleichen. Dafür wird ein einzigartiges Netzwerk von Beobachtungsstationen in Deutschland aufgebaut.



HD(CP)² baut ein dichtes Netz von Beobachtungsstationen in Deutschland auf.

Wenn Sterne eins werden



Gaswolke mit Doppelstern (grüne Kreuze):
Bei zu engen Umlaufbahnen verschmelzen
die Sterne.

Sterne sind selten allein, meistens gehören sie zu Doppel- oder Mehrsternsystemen. Doch viele Einzelgänger im Universum könnten ursprünglich Doppelsterne gewesen sein, die im Laufe von Millionen Jahren zu einem Himmelskörper verschmolzen sind. Das haben Simulationen ergeben, die die Jülicher Wissenschaftlerin Christina Kornetraff und Bonner Kollegen vom Max-Planck-Institut für Radioastronomie auf dem Supercomputer JUROPA durchgeführt haben.

Doppelsterne sind zwei Sterne, die sich um einen gemeinsamen Schwerpunkt bewegen. Rund zwei Drittel aller Sterne sind Teil solcher Systeme. Weniger häufig trifft man auf Einzelsternsysteme wie unser Sonnensystem. Bei älteren Doppelsternsystemen fällt auf, dass die meisten Sterne ungefähr 200 Jahre für ihre Umlaufbahn benötigen. Warum es keine Systeme mit längerer Umlaufzeit gibt, ist bereits bekannt: Diese Doppelsterne werden mit der Zeit durch andere, vorbeiziehende Sterne abgelenkt und schließlich aus ihrer Umlaufbahn geworfen. Anders sieht es bei kürzeren Umlaufzeiten aus:

Der amerikanische Astrophysiker Steven Stahler hat die Theorie aufgestellt, dass Gaswolken die Umlaufbahn dieser Doppelsterne bremsen. Die Bahnen würden immer enger, bis die Sterne miteinander verschmelzen. Da diese Prozesse Millionen Jahre dauern, sind solche Theorien kaum nachprüfbar. Mit modernen Supercomputern kann man sie inzwischen simulieren – zumindest in groben Zügen. Das haben Christina Kornetraff und ihre Kollegen mit dem Orion Nebula Cluster, einem Sternhaufen im Orionnebel, gemacht. „Zu unserer Überraschung waren die Doppelstern-Populationen, die die Simulation hervorbrachte, nahezu identisch mit den einzelnen Sternen, die außerhalb des Sternhaufens liegen“, so die Astrophysikerin, die am Jülich Supercomputer Centre (JSC) promoviert.

KURZNACHRICHTEN

Kosmische Strahlung



Seit Mai 2011 liefert das an der Internationalen Raumstation (ISS) angebrachte Alpha-Magnet-Spektrometer (AMS) umfangreiches Datenmaterial zur Zusammensetzung der kosmischen Strahlung. Mit Hilfe des sehr präzisen Teilchendetektors wollen die etwa 600 beteiligten Forscher aus 16 Ländern um den US-Physik-Nobelpreisträger Prof. Samuel Ting mehr über energiereiche Teilchen, dunkle Materie und Antimaterie im Universum herausfinden. Pro Jahr erfasst das AMS rund 13 Milliarden Ereignisse; rund 28 Terabyte Rohdaten landen dann beim CERN. Partner aus Russland und Taiwan wandeln sie schnell und effizient auf dem Jülicher Supercomputer JUROPA in ein passendes Format um, damit die Forscher damit arbeiten können. Physiker der RWTH Aachen werten einen Teil anschließend auch auf JUROPA aus. „Der Supercomputer verfügt über die nötige Rechenkapazität und ausreichend Speicherkapazität“, erklärt Prof. Henning Gast von der RWTH. Erste Ergebnisse sollen bis zum Sommer veröffentlicht werden.

www.ams02.org

www.fz-juelich.de/portal/6th-juelich-lecture

HOPSA erleichtert Optimierung

Jülicher Wissenschaftler haben gemeinsam mit russischen und europäischen Partnern eine integrierte Infrastruktur entwickelt, mit der sich die Effizienz von HPC-Anwendungsprogrammen besser überwachen und optimieren lässt. Im Projekt HOPSA (HOlistic Performance System Analysis) haben die Forscher dabei erstmals zugleich Anwendungs- und Systemseite berücksichtigt. Dazu haben sie verschiedene Messdaten und Werkzeuge kombiniert und integriert. Bislang haben oft Entwickler ihre Programme und Systemadministratoren ihr Rechensystem unabhängig voneinander untersucht. Angesichts leistungsfähigerer Superrechner, die immer komplexere Simulationen ermöglichen, wird es für Forscher immer schwieriger, die Programmausführung zu überwachen sowie Fehlerquellen und Leistungsengpässe aufzuspüren. Daher wird Optimierung zunehmend wichtiger. HOPSA, bei dem das Jülich Supercomputing Centre die Arbeit der europäischen Partner koordinierte, wurde Ende Januar 2013 nach zweijähriger EU-Förderung erfolgreich abgeschlossen.

www.hopsa-project.eu

PRACE blickt nach vorn

Der europäische Supercomputerverbund PRACE hat in seiner Veröffentlichung „The Scientific Case for HPC in Europe 2012 – 2020“ die wichtigsten Zukunftsaufgaben für das High-Performance Computing in Europa definiert. Im Fokus stehen fünf Bereiche, für die PRACE eine besonders wichtige Forschungsinfrastruktur darstellt: darunter Klimaforschung, Hochenergiephysik, Medizin, Lebens- und Nanowissenschaften sowie industrielle Anwendungen. Ihre Erkenntnisse haben die Autoren in sieben Grundsatzempfehlungen zusammengefasst.

www.prace-ri.eu/PRACE-The-Scientific-Case-for-HPC

„FORSCHEN in Jülich“ – jetzt auch als Tablet-Magazin!
www.fz-juelich.de/app



iOS (iPad)

Android

IMPRESSUM

EXASCALE Newsletter des Forschungszentrums Jülich
Herausgeber: Forschungszentrum Jülich GmbH | 52425 Jülich
Konzeption und Redaktion: Dr. Anne Rother (v.i.S.d.P.), Tobias Schröder, Christian Hohlfeld
Text: Christian Hohlfeld
Grafik und Layout: Grafische Medien, Forschungszentrum Jülich
Bildnachweis: Forschungszentrum Jülich, ©(Delphimages, Auge S. 1 o.) fotolia.com, NASA (S. 1 re. u., S. 4)
Kontakt: Geschäftsbereich Unternehmenskommunikation | Tel.: 02461 61-4661 | Fax: 02461 61-4666 | E-Mail: info@fz-juelich.de
Druck: Schloemer und Partner GmbH
Auflage: 700

TERMINE

Paralleles I/O und

portable Datenformate

18. – 20. März 2013

am Jülich Supercomputing Centre

Performanceverluste von Parallelrechnern vermeiden, Simulationen auf unterschiedlichen Systemen durchführen: Der PRACE Advanced Training Centres (PATC)-Kurs stellt paralleles I/O sowie portable Datenformate wie HDF5 und netCDF vor.

Dozenten: Wolfgang Frings, Dr. Michael Stephan, Dr. Florian Janetzko, JSC

www.fz-juelich.de/ias/jsc/events/parallelio

GPU Programming

15. – 17. April 2013

am Jülich Supercomputing Centre

In dem PATC-Kurs lernen die Teilnehmer CUDA, OpenCL und Multi-GPU-Programmierung kennen. Themen sind unter anderem Optimierung und Tuning von wissenschaftlichen Anwendungen.

Dozenten: Dr. Jan Meinke, Jochen Kreutz, Peter Philippen, Willi Homberg, JSC; Suraj Prabhakaran, GRS; Jiri Kraus, NVIDIA

www.fz-juelich.de/ias/jsc/events/gpu

Advanced GPU Programming

18. – 19. April 2013

am Jülich Supercomputing Centre

Im Mittelpunkt des Kurses stehen die Suche und Beseitigung von Engpässen, die Profilerstellung und fortgeschrittene Programmietechniken bei der GPU-Programmierung.

Dozenten: Dr. Jan Meinke, Jochen Kreutz, Peter Philippen, Willi Homberg, JSC; Suraj Prabhakaran, GRS; Jiri Kraus, NVIDIA

www.fz-juelich.de/ias/jsc/events/advanced-gpu

Programmierung und Nutzung der Supercomputerressourcen

16. – 17. Mai 2013

am Jülich Supercomputing Centre

Der Kurs bietet neuen Nutzern eine Einführung in die Supercomputer am Forschungszentrum Jülich. Unter anderem lernen sie, bewilligte Rechnerressourcen optimal zu nutzen.

Dozenten: Firmenmitarbeiter von IBM, Intel und ParTec; Mitarbeiter des JSC

www.fz-juelich.de/ias/jsc/events/sc-may

Eine Übersicht über die Veranstaltungen am Jülich Supercomputing Centre finden Sie unter:

www.fz-juelich.de/ias/jsc/events